

## DISEÑO Y COMPROBACIÓN EXPERIMENTAL DE UN LÁSER DBR EN FIBRA

M. A. Quintela Incera, F. J. Madruga Saavedra, A. Cobo García, J. Mirapeix Serrano, J.M. López Higuera

Grupo de Ingeniería Fotónica - Universidad de Cantabria  
E.T.S.I.I. y Telecomunicación Avda. de los Castros s/n 39005 Santander  
Tlfno: 942 200879 Fax 942 200877  
[quintela@teisa.unican.es](mailto:quintela@teisa.unican.es)

### 1. Introducción

Los láseres en fibra se han convertido en los últimos años en una alternativa prometedora a los láseres semiconductores para aplicaciones en sistemas de comunicaciones DWDM y en sensores de fibra óptica. En general, los láseres en fibra presentan un ancho de línea muy estrecho, bajo ruido, son totalmente compatibles con la fibra, y su diseño es relativamente sencillo.

Tal y como se ilustra en la figura 1, los láseres DBR en fibra constan de dos redes de difracción en fibra (RDFO) situados a ambos extremos de una longitud de fibra dopada con tierras raras. Esta estructura forma una cavidad Fabry-Perot, la cual cuando es bombeada por una fuente láser, a una longitud de onda adecuada puede alcanzar la oscilación a la longitud de onda de Bragg de la RDFO. Estos láseres se pueden sintonizar sometiendo a estiramiento/compresión y/o calentamiento uniformemente a las RDFO y la fibra activa.

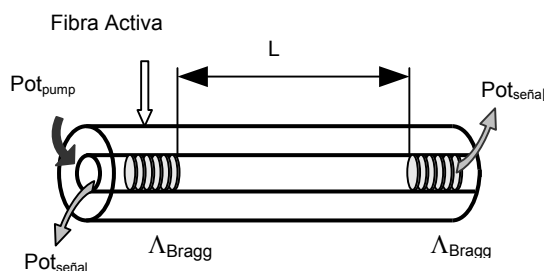


Figura 1. Esquema de un láser DBR en fibra

En este trabajo se presenta el diseño optimizado de láseres DBR, que se valida experimentalmente fabricándolos y caracterizándolos.

### 2. Diseño de una láser DBR en fibra

Una parte de los diseños de láseres DBR en fibra emplean fibra de Erblio codopada con Yterbio (fibra Er/Yb), por proporcionar una absorción eficiente a la longitud de onda de bombeo [1,2] (0.2 dB/mm a 980 nm). Para obtener un láser eficiente se realiza el grabado de la RDFO directamente en la fibra activa, las cuales son muy poco fotosensibles y la hidrogenación induce altas pérdidas (aproximadamente 0.5 dB/cm a 980 nm).

Si bien para mejorar la eficiencia de láseres DBR en fibra se emplea fibras codopadas con Erblio e Yterbio, en este trabajo por razones de disponibilidad se emplea fibra activa dopada con Erblio en baja concentración (300 ppm), de tal manera que ofrece una absorción de pico en el entorno de 5 dB/m

Para evitar reflexiones y pérdidas en la cavidad como consecuencia de fusionar sobre la fibra activa dos redes de difracción, se ha optado por grabar las dos redes sobre la propia

fibra. Para ello se incrementa su sensibilidad a la radiación UV sometiéndola a un proceso de hidrogenación, razón por la que se estudia su efecto sobre su espectro de absorción. Para ello se midió el espectro de absorción de la fibra activa antes y después de hidrogenar y a diferentes temperaturas. Una muestra de los resultados se ofrece en la figura 2.

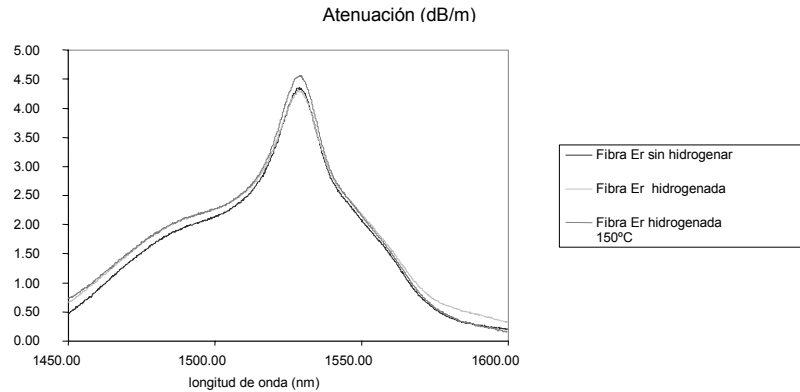


Figura 2. Espectro de absorción de una fibra con una concentración de Erblio 300 ppm

Se observa que en las longitudes de onda de interés (1480 nm para la longitud de onda de bombeo, y entre 1530-1550 nm para la longitud de onda de la señal) apenas se induce pérdidas por hidrogenación, lo que posibilita el grabar las redes de difracción directamente en ella para fabricar láseres DBR.

El diseño del láser para conseguir la optimización de la potencia de salida requiere un modelado analítico. En este estudio, un análisis basado en [3] se ha desarrollado para relacionar la potencia de salida con los parámetros de diseño: reflectividad de las dos RDFO, longitud de la cavidad.

Como primer análisis se estudió la influencia de la longitud de la cavidad en la potencia de salida para diferentes valores de la reflectividad de una de las RDFO ( $R_2$ ) manteniendo el valor de la reflectividad de la otra RDFO ( $R_1=99\%$ ).

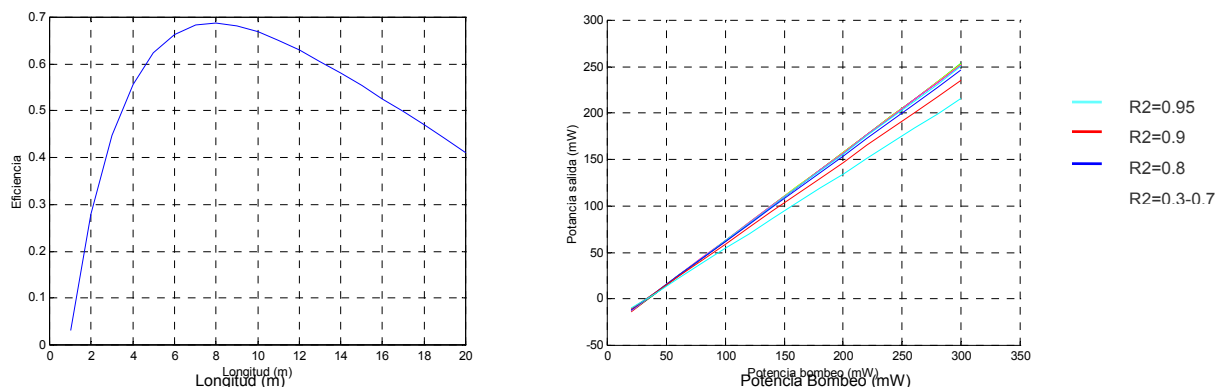


Figura 3A. Eficiencia del láser DBR fibra (Potencia salida/Potencia Bombeo) en función de la longitud de la cavidad. Figura 3B Potencia de salida en función de la potencia de bombeo para diferentes valores de  $R_2$

Se observa que hay una longitud óptima de la cavidad donde la potencia de salida se maximiza y cuyo valor es fijo aunque varíe el valor de  $R_2$ , tal y como se muestra en la figura 3A, obtenida para una potencia de bombeo de 100 mW y una  $R_2=30\%$ . Seleccionada la longitud óptima de la cavidad, se comprobó que la potencia de salida en función de la

potencia de bombeo no presenta una fuerte dependencia con el valor de  $R_2$  (figura 3B), salvo que se utilicen fuertes potencias de bombeo y valores altos de  $R_2$

### 3. Montaje y verificación experimental de una láser DBR en fibra

Diseñado el láser DBR se fabricó grabando dos redes de difracción en ambos extremos de la fibra de Erblio, de longitud 12 m. La longitud de onda de Bragg de ambas RDFO es de 1527 nm. Una RDFO presenta una elevada reflectividad ( $R_1$ ) y una anchura espectral a 3 dB aproximada de 0.27 nm. La reflectividad de la otra RDFO ( $R_2$ ) se optimiza para obtener una máxima potencia, resultando ser aproximadamente del 65 %. Tiene una anchura espectral a 3 dB de 0.14 nm, que es inferior a la de la otra RDFO para obtener una mejor selectividad modal.

La potencia de salida del láser en función de la corriente de inyección del láser de bombeo se representa en la figura 5A. La potencia de salida a 1527 nm para una corriente de inyección de 1000 mA es 27 mW. En la figura 5B se muestra el espectro medido en el analizador de espectro óptico.

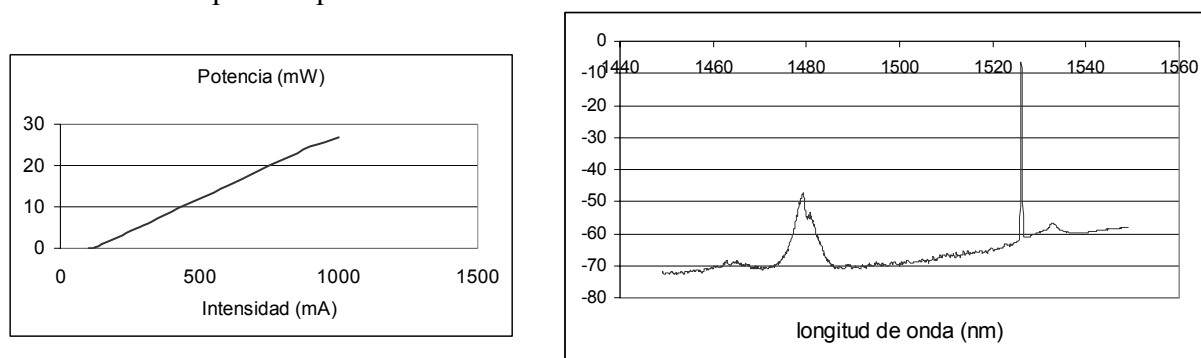


Figura 5. A) Potencia de salida (mW) en función de la corriente de inyección del láser de bombeo para un láser de fibra con una longitud de la cavidad de 12 m. B) Espectro óptico a la salida del atenuador.

### 4. Conclusiones

En esta comunicación se ha diseñado un láser DBR en fibra, optimizando los parámetros de diseño en función de la potencia de salida. Se ha comprobado que el proceso de hidrogenación no induce pérdidas considerables lo que permite un montaje mas eficiente mediante el grabado directo de la RDFO en la fibra de Erblio. Se fabricó un láser DBR en fibra de acuerdo al diseño efectuado y se caracterizó experimentalmente en el laboratorio

### Agradecimiento

Este proyecto se ha podido realizar en parte gracias a los medios aportados por el proyecto TIC01-0877-C02-01

### Bibliografía

- [1] K. Hsu, W. H. Loh, L. Dong y C. M. Miller, Journal of Lightwave Technology, Vol. 15, No. 8 (1997) 1438.
- [2] L. Dong, W. H. Loh, J.E. Caplen, K. Hsu, J.D. Minelly, OFC'97 Technical Digest (1997) 29
- [3] M. Mignon y E. Desurvire, IEEE Photonics Technology Letters, Vol.4, No. 8 (1992) 850